

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: GOETZ BAUMGARTEN
Serial No.: [NEW] Group Art Unit: (Not yet assigned)
Filed: SEPTEMBER 29, 2003 Examiner: (Not yet assigned)
Title: STEERING BOOSTER PROCESS AND STEERING BOOSTER
SYSTEM IN A MOTOR VEHICLE

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC § 119

Mail Stop PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

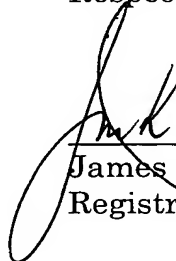
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 101 15 809.2, filed in Germany on March 30, 2001, is hereby requested and the right of priority under 35 USC § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

September 29, 2003



James F. McKeown
Registration No. 25,406

CROWELL & MORING, LLP
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844

JFM/acd



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 15 809.2

Anmeldetag: 30. März 2001

Anmelder/Inhaber: Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Lenkhilfverfahren und Lenkhilfesystem bei einem
Kraftfahrzeug

IPC: B 62 D und B 60 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

5

10

Lenkhilfeverfahren und Lenkhilfesystem bei einem Kraftfahrzeug

15

Die Erfindung betrifft ein Lenkhilfeverfahren und ein Lenkhilfesystem bei einem Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bzw. Anspruch 4.

20

In zukünftigen Serienfahrzeugen sollen zusätzlich zu den heute üblichen Bremsregelsystemen (dynamische Stabilitätskontrolle DSC) auch Regelsysteme eingesetzt werden, die über einen Lenkeingriff arbeiten. Das sind Systeme, die entweder zur Fahrerlenkeingabe einen zusätzlichen Lenkwinkel addieren bzw. überlagern (Überlagerungslenkung ÜL) oder aber den Vorderradlenkwinkel nur nach einem rein rechnerisch bestimmten Stellkommando einstellen (steer-by-wire-System SBW). Während eine Überlagerungslenkung noch eine mechanische Lenksäule aufweist, ist die mechanische Lenksäule bei einem SBW-System nicht mehr vorgesehen. Bei beiden Regelsystemen wirken zwei Regelungskreise gleichzeitig auf die Fahrzeugquerdynamik ein. Dadurch kann es durch ihre Rückkopplungspfade zu gegenseitigen Beeinflussungen des Lenkregelsystems und des Brems-Regelsystems kommen.

30

Die gegenseitige Beeinflussung des Lenkregelsystems und des Bremsregelsystems führt jedoch zu Bremseingriffen, die unerwünscht sind.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, mit dem die störenden Brems Eingriffe bei aktivem Lenkregelungssystem reduziert werden, sowie eine entsprechende Vorrichtung zu schaffen.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Lenkhilfverfahren nach Anspruch 1 bzw. ein Lenkhilfesystem nach Anspruch 4. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der Lösung gemäß der Erfindung liegt die folgende Überlegung zugrunde.
 10 Betrachtet man die für das Verhalten der Regelungssysteme entscheidenden querdynamischen Signalflüsse, so stellt man fest, dass die für das DSC wichtige Eingangsgröße der Fahrerlenkeingabe im DSC einerseits als Kurswunsch des Fahrers und andererseits als Größe zur Ermittlung des Vorderradwinkels interpretiert wird. Wird die Fahrerlenkeingabe jedoch nachträglich noch durch den
 15 Lenkeingriff einer Überlagerungslenkung oder eines steer-by-wire- Systems verändert, so dass der feste, von der Fahrzeugquerdynamik unabhängige Zusammenhang zwischen Fahrerlenkeingabe und Vorderradwinkel gestört wird, so berücksichtigt das DSC diesen Lenkeingriff nicht, d.h. Brems Eingriffe durch das DCS sind nicht optimiert.

20 Erfindungsgemäß wird daher dem DSC nicht die Fahrerlenkeingabe, sondern ein "effektiver Lenkwinkel" als Eingangsgröße zugeführt. D.h. die Regelkreise werden entflechtet. Ein "effektiver Lenkwinkel" ist hier und im folgenden eine "Lenkvariable", die über ein mechanisches Getriebe direkt mit dem Vorderradlenkwinkel
 25 zusammenhängt und somit genauso bestimmend ist für die Fahrzeugreaktion auf eine Lenkeingabe wie der Vorderradlenkwinkel selbst. Der "effektive Lenkwinkel" kann zum Beispiel der Ausgang des Überlagerungsgetriebes oder die Verschiebung der Zahnstange im Lenkgetriebe sein.

30 Das erfindungsgemäße Lenkhilfverfahren und -system für ein Kraftfahrzeug mit einer Lenkvorrichtung für die Eingabe einer Lenkvorgabegröße durch einen Fahrer, mehreren Fahrsensoren für das Erfassen von Fahrdynamikgrößen, einem Bremsregelsystem zum Stabilisieren der Fahrzeugstabilität durch Abbremsen einzelner Fahrzeu gräder und einem Lenkregelungssystem, durch das der

Lenkvorgabegröße eine Lenkregelgröße überlagert wird, die in Abhängigkeit von den Ausgangsgrößen der mehreren Fahrsensoren ermittelt wird, ist gekennzeichnet durch das Abbremsen einzelner Fahrzeugräder durch das Bremsregelsystem in Abhängigkeit von der mit der Lenkregelgröße überlagerten Lenkvorgabegröße bzw.
5 dadurch, dass das Bremsregelsystem durch die mit der Lenkregelgröße überlagerte Lenkvorgabegröße angesteuert wird.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Lenkvorgabegröße ein Lenksollwinkel und die Lenkregelgröße ein in Abhängigkeit von den
10 Ausgangsgrößen der mehreren Fahrsensoren rechnerisch bestimmter Lenkänderungswinkel.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Lenkvorgabegröße ein Lenksolldrehmoment und die Lenkregelgröße ein
15 Lenkzusatzdrehmoment, das über ein Überlagerungsgetriebe dem Lenksolldrehmoment überlagert wird.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen.

20

Fig. 1 zeigt ein Überlagerungslenksystem nach dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Überlagerungslenksystems.

25

Fig. 3 zeigt ein steer-by-wire-System nach dem Stand der Technik.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen steer-by-wire-Systems.

30 In Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug 1 mit einer (nicht dargestellten) Lenkvorrichtung für die Eingabe einer Lenkvorgabe durch einen Fahrer 2 gezeigt. Mehrere (nicht dargestellte) Fahrsensoren für das Erfassen von Fahrdynamikgrößen wie Fahrgeschwindigkeit, Querbeseleunigung b_y , Gierrate r etc. sind in dem Fahrzeug vorgesehen, bei dem die Erfindung anwendbar ist. Diese Fahrdynamikgrößen

werden bei Eingriffen von Hilffsystemen zur Stabilisierung des Fahrzeugs in kritischen Situationen berücksichtigt. So weist das Fahrzeug nach Fig. 1 ein Bremsregelsystem 3 und ein Lenkregelsystem 4 auf, bei denen neben der Lenkvorgabe des Fahrers 2 die von den Fahrsensoren des Fahrzeugs ausgegebenen Werte für die Querbeseheunigung b_y und die Gierrate r als Eingangsgößen verwendet werden.

Das Bremsregelsystem 3 dient dazu, die Fahrzeugstabilität durch Abbremsen einzelner Fahrzeugräder 7 unter Zuhilfenahme von r und b_y zu erhöhen, so dass die Fahrsicherheit aufrechterhalten wird. Neben den Werten von b_y und r wird die Lenkvorgabe des Fahrers berücksichtigt.

Bei dem in Fig. 1 schematisch dargestellten Fahrzeugsystem ist das Lenkregelsystem 4 eine Überlagerungslenkung, die mit ÜL bezeichnet ist, die in Abhängigkeit von dem Lenkdrehmoment M_L des Fahrers über ein Überlagerungsgetriebe 5 diesem Lenkdrehmoment M_L ein Zusatzdrehmoment M_Z überlagert, so dass das tatsächlich auf die gelenkten Räder wirkende effektive Lenkdrehmoment M resultiert. Bei der Bestimmung des erforderlichen Lenkzusatzdrehmoments M_Z werden die Werte für die Querbeseheunigung b_y und die Gierrate r berücksichtigt. Die Werte für die Querbeseheunigung b_y und die Gierrate r stellen also neben dem Lenkdrehmoment M_L des Fahrers 2 Eingangsgößen des Lenkregelsystems 4 dar. Das Lenkzusatzdrehmoment M_Z kann dazu dienen, den Lenkwinkel des Fahrzeugs zu korrigieren, wenn aufgrund der Werte der Fahrsensoren festgestellt wird, dass sich die Fahrstabilität verschlechtert: das Fahrzeug beginnt beispielsweise zu schleudern, und durch das Lenkregelsystem 4 wird gegengesteuert.

Bei den Fahrzeugen, die sowohl über ein Lenkregelsystem 4 als auch ein Bremsregelsystem 3 verfügen, kann es zu einer gegenseitigen Beeinflussung des Lenkregelsystems und des Bremsregelsystems und damit zu (von der Steuerung für die Fahrsicherheit als notwendig angesehenen) unvorhergesehenen Bremsengriffen des Bremsregelsystems 3 kommen. Da das Bremsregelsystem 3 jedoch nicht das aktuelle effektive Lenkdrehmoment M vorliegen hat, sondern – unter Berücksichtigung der Werte für die Querbeseheunigung b_y und die Gierrate r

- direkt von dem Lenkdrehmoment M_L des Fahrers 2 ausgeht, können die Eingriffe des Bremsregelsystems überflüssig oder sogar kontraproduktiv sein.

5 Damit derartige Brems Eingriffe durch das Bremsregelsystem 3 bei gleichzeitig aktivem Lenkregelungssystem ausgeschlossen sind, wird das Bremsregelsystem 3 erfindungsgemäß von einer effektiven Lenkgröße (effektiver Lenkwinkel) angesteuert und nicht mehr direkt von einer Lenkvorgabegröße, die durch den Fahrer 2 eingegeben wird. Dies bedeutet, dass in dem effektiven Lenkdrehmoment M , das Eingangsgröße des Bremsregelsystems 3 ist, das Lenkzusatzdrehmoment M_Z bereits eingeflossen ist. Das Abbremsen einzelner Fahrzeuigräder durch das
10 Bremsregelsystem 3 erfolgt also in Abhängigkeit von der mit der Lenkregelgröße M_Z überlagerten Lenkvorgabegröße M_L .

15 Das entsprechende schematische Blockdiagramm ist in Fig. 2 dargestellt. Elemente mit der gleichen Bedeutung sind in Fig. 1 und Fig. 2 mit denselben Bezugszeichen versehen.

Obgleich das Blockdiagramm in Fig. 2 dieselben Elemente wie in Fig. 1 aufweist, ist ihre logische Zuordnung in Fig. 1 und in Fig. 2 unterschiedlich. In Fig. 2 werden die Elemente Fahrer 2, Überlagerungslenkung 4 mit Überlagerungsgetriebe 5 zu einem
20 "virtuellen" Fahrer 6 zusammengefasst. Dieser "virtuelle" Fahrer 6 übt auf die gelenkten Räder des Fahrzeugs 1 ein Lenkdrehmoment aus, das das effektive Lenkdrehmoment M ist, das auf die gelenkten Räder wirkt. Dieses effektive Lenkdrehmoment M wird in das Bremssystem 3 als Eingangsgröße eingespeist. Aufgrund dieses Lenkdrehmoments M wird – unter Berücksichtigung der Werte für die Querschleunigung b_y und die Gierrate r – ein Brems Eingriff durch das
25 Bremssystem 3 gesteuert, nicht mehr aufgrund der direkten Fahrereingabe.

Die Erfindung ist nicht auf Überlagerungslenksysteme beschränkt, sondern ist auch anwendbar bei steer-by-wire-Systemen (SBW-Systemen). Im Falle eines SBW-
30 Systems lässt sich die logische Verknüpfung wie in Fig. 3 darstellen.

Bei dem in Fig. 3 schematisch dargestellten Fahrzeugsystem mit Fahrzeug 1 ist das Lenkregelssystem ein SBW-System 7, das in Abhängigkeit von einer Lenkwinkelvorgabe δ_{soll} des Fahrers 2 die Räder des Fahrzeugs 1 lenkt. Bei der

Bestimmung des von dem SBW-System 7 an das Fahrzeug 1 ausgegebenen Lenkwinkels δ_{SBW} werden die Werte für die Querb beschleunigung b_y und die Gierrate r berücksichtigt. Die Werte für die Querb beschleunigung b_y und die Gierrate r stellen also neben dem Lenkvorgabewinkel δ_{soll} Eingangsgrößen des SBW-
5 Lenkregelsystems 4 dar. Der Lenkwinkel δ_{SBW} weicht von dem Lenkvorgabewinkel δ_{soll} ab, wenn aufgrund der Werte der Fahrsensoren festgestellt wird, dass sich die Fahrstabilität verschlechtert.

Auch bei Fahrzeugen mit einem SBW-System 7 kann es zu einer gegenseitigen
10 Beeinflussung des SBW-Lenkregelsystems 7 und des Bremsregelsystems 3 und damit zu (von der Steuerung für die Fahrsicherheit als notwendig angesehenen) unvorhergesehenen Brems eingriffen des Bremsregelsystems 3 kommen. Da das Bremsregelsystem 3 nicht den aktuellen Lenkwinkel δ_{SBW} vorliegen hat, sondern – unter Berücksichtigung der Werte für die Querb beschleunigung b_y und die Gierrate r
15 - direkt von der Lenkwinkelvorgabe δ_{soll} des Fahrers 2 ausgeht, können die Eingriffe des Bremsregelsystems überflüssig oder sogar kontraproduktiv sein.

Durch die erfindungsgemäße Neugruppierung der Elemente nach Fig. 3 ergibt sich die Vernetzung nach Fig. 4. Elemente mit der gleichen Bedeutung sind in Fig. 3 und
20 Fig. 4 mit denselben Bezugszeichen versehen.

Die logische Zuordnung der Elemente in dem Blockdiagramm in Fig. 4 unterscheidet sich von der in Fig. 3. In Fig. 4 werden die Elemente Fahrer 2 und SBW-System 7 zu einem "virtuellen" Fahrer 6 zusammengefasst. Dieser "virtuelle"
25 Fahrer 6 gibt eine Lenkwinkelvorgabe δ_{soll} aus. Der Lenkvorgabewinkel δ_{soll} wird in das SBW-System eingespeist, das unter Berücksichtigung der Werte für die Querb beschleunigung b_y und die Gierrate r und anderer Größen daraus einen effektiven Lenkwinkels δ_{eff} erzeugt. Dieser wird einerseits an das Fahrzeug 1 zur Umsetzung der (modifizierten) Lenkvorgabe ausgegeben und andererseits in das
30 Bremssystem 3 als Eingangsgröße eingespeist. Aufgrund des effektiven Lenkwinkels δ_{eff} wird durch das Bremssystem 3 ein Brems eingriff initiiert, nicht mehr aufgrund der direkten Fahrereingabe, d.h. der Lenkwinkelvorgabe δ_{soll} .

Das Lenkhilfesystem für die Umsetzung des oben beschriebenen Verfahrens weist Mittel auf, um das Bremsregelsystem 3 durch die mit der Lenkregelgröße MZ bzw. δ_{SBW} überlagerte Lenkvorgabegröße ML bzw. δ_{soll} ansteuern zu können.

- 5 Im Fall der Überlagerungslenkung 4 ist die Lenkvorgabegröße ein über eine mechanische Lenksäule übertragenes Lenksolldrehmoment ML und die Lenkregelgröße ein Winkel, der durch das Lenkzusatzdrehmoment MZ zusätzlich ausgeübt wird. Im Fall des SBW-Systems 7 ist die Lenkvorgabegröße ein Lenksollwinkel δ_{soll} , und der Lenkänderungswinkel δ_{eff} wird aus dem Lenksollwinkel
- 10 δ_{soll} und den Ausgangsgrößen der mehreren Fahrsensoren, nämlich der Querschleunigung b_y und der Gierrate r , rechnerisch als Lenkgröße bestimmt.

- Im Falle der Überlagerungslenkung in Vernetzung mit einem DSC spiegelt sich wider, dass alles, was die Überlagerungslenkung lenkt, auch ein Fahrer ohne
- 15 Überlagerungslenkung durch seine Lenkeingabe erzeugen könnte. Dann würde die Fahrerlenkeingabe dem Summenlenkwinkel gleichen. Aus Sicht des DSC sind damit die Fahrerlenkeingabe und das Lenkregelungssystem nicht mehr unterscheidbar und sind zusammen durch den effektiven Lenkwinkel wie ein "modifizierter" oder "virtueller" Fahrer zu sehen.

Bezugszeichen

1	Fahrzeug
2	Fahrer
3	DCS-Bremsregelsystem
4	Überlagerungslenkung ÜL
5	Überlagerungsgetriebe
6	"modifizierter" Fahrer
7	steer-by-wire- (SBW-) System
ML	Lenkdrehmoment
MZ	Lenkzusatzdrehmoment, AFS- Lenkwinkleingriff
M	Raddrehmoment
δ_{soll}	Lenkradwinkel
δ_{eff}	rechnerisch bestimmter Lenkänderungswinkel
δ_{SBW}	SBW-Lenkradwinkel
r	Gierrate
by	Querbeschleunigung

Lenkhilfverfahren und Lenkhilfesystem bei einem Kraftfahrzeug

5

10

Patentansprüche

1. Lenkhilfverfahren für ein Kraftfahrzeug (1) mit einer Lenkvorrichtung für die
15 Eingabe einer Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) durch einen Fahrer (2),
mehreren Fahrsensoren für das Erfassen von Fahrdynamikgrößen, einem
Bremsregelsystem (3) zum Stabilisieren der Fahrzeugstabilität durch
Abbremsen einzelner Fahrzeugräder und einem Lenkregelsystem (4, 7),
20 durch das der Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) eine Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW})
überlagert wird, die in Abhängigkeit von den Ausgangsgrößen der mehreren
Fahrsensoren ermittelt wird,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Abbremsen einzelner Fahrzeugräder durch das Bremsregelsystem (3) in
25 Abhängigkeit von der mit der Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) überlagerten
Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) erfolgt.
2. Lenkhilfverfahren bei einem Fahrzeug nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
30 die Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) ein Lenksollwinkel (δ_{soll}) ist und die
Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) ein in Abhängigkeit von dem Lenksollwinkel (δ_{soll})
und den Ausgangsgrößen (b_y, r) der mehreren Fahrsensoren rechnerisch
bestimmter Lenkänderungswinkel (δ_{eff}) ist.
3. Lenkhilfverfahren bei einem Fahrzeug nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) ein Lenksolldrehmoment (ML) ist und die Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) ein Lenkzusatzdrehmoment (MZ) ist, das über ein Überlagerungsgetriebe (5) dem Lenksolldrehmoment (ML) überlagert wird.

5

4. Lenkhilfesystem für ein Kraftfahrzeug (1) mit einer Lenkvorrichtung für die Eingabe einer Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) durch einen Fahrer (2), mehreren Fahrsensoren für das Erfassen von Fahrdynamikgrößen, einem Bremsregelsystem (3) zum Stabilisieren der Fahrzeugstabilität durch Abbremsen einzelner Fahrzeugräder und einem Lenkregelsystem (4, 7), durch das der Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) eine Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) überlagert wird, die in Abhängigkeit von den Ausgangsgrößen der mehreren Fahrsensoren ermittelt wird,

10

15

dadurch gekennzeichnet, dass

das Bremsregelsystem (3) durch die mit der Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) überlagerte Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) angesteuert wird.

5. Lenkhilfesystem bei einem Fahrzeug nach Anspruch 4,

20

dadurch gekennzeichnet, dass

das Lenkregelsystem (4, 7) ein steer-by-wire-System (7) ist, bei dem die Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) ein Lenksollwinkel (δ_{soll}) ist und ein Lenkänderungswinkel (δ_{eff}) aus dem Lenksollwinkel (δ_{soll}) und den Ausgangsgrößen (b_y, r) der mehreren Fahrsensoren rechnerisch bestimmt wird.

25

6. Lenkhilfesystem bei einem Fahrzeug nach Anspruch 4,

30

dadurch gekennzeichnet, dass

das Lenkregelsystem (4, 7) ein Überlagerungslenkungssystem (4) ist, bei dem die Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) ein über eine mechanische Lenksäule übertragenes Lenksolldrehmoment (ML) ist und die Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) ein durch ein Überlagerungsgetriebe (5) erzeugtes Lenkzusatzdrehmoment (MZ) ist.

Lenkhilfeverfahren und Lenkhilfesystem bei einem Kraftfahrzeug

5

10

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Lenkhilfeverfahren und -system für ein Kraftfahrzeug (1) mit einer Lenkvorrichtung für die Eingabe einer Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) durch einen Fahrer (2), mehreren Fahrsensoren für das Erfassen von Fahrdynamikgrößen, einem Bremsregelsystem (3) zum Stabilisieren der Fahrzeugstabilität durch Abbremsen einzelner Fahrzeugräder und einem Lenkregelssystem (4, 7), durch das der Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) eine Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) überlagert wird, die in Abhängigkeit von den Ausgangsgrößen der mehreren Fahrsensoren ermittelt wird,

Um die störenden Bremseingriffe bei aktivem Lenkregelungssystem zu reduzieren, erfolgt das Abbremsen einzelner Fahrzeugräder durch das Bremsregelsystem (3) in Abhängigkeit von der mit der Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) überlagerten Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}), wobei das Bremsregelsystem (3) durch die mit der Lenkregelgröße (MZ, δ_{SBW}) überlagerte Lenkvorgabegröße (ML, δ_{soll}) angesteuert wird.

30 Fig. 2

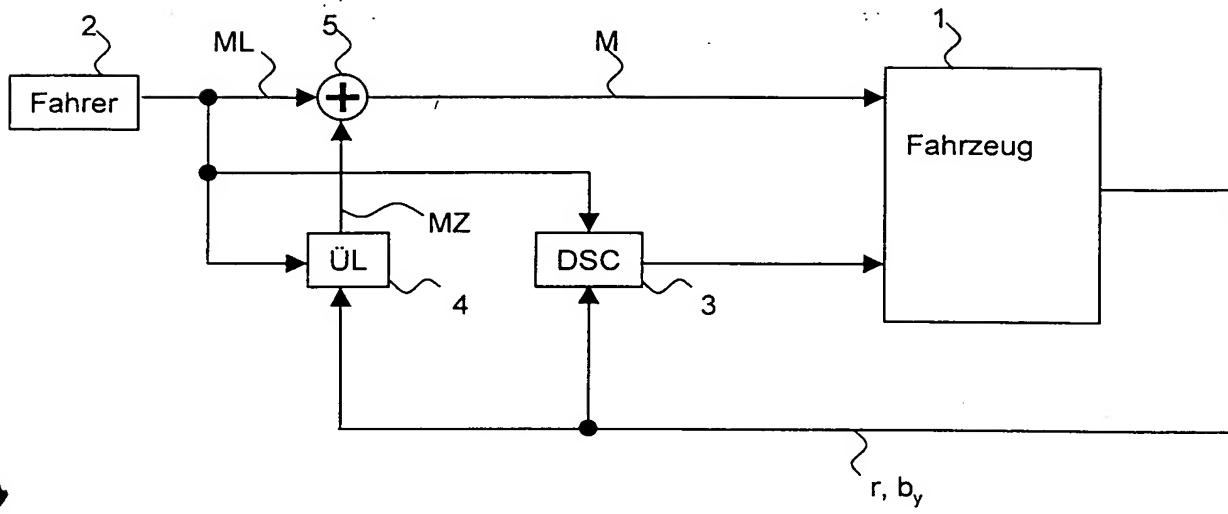


FIG. 1

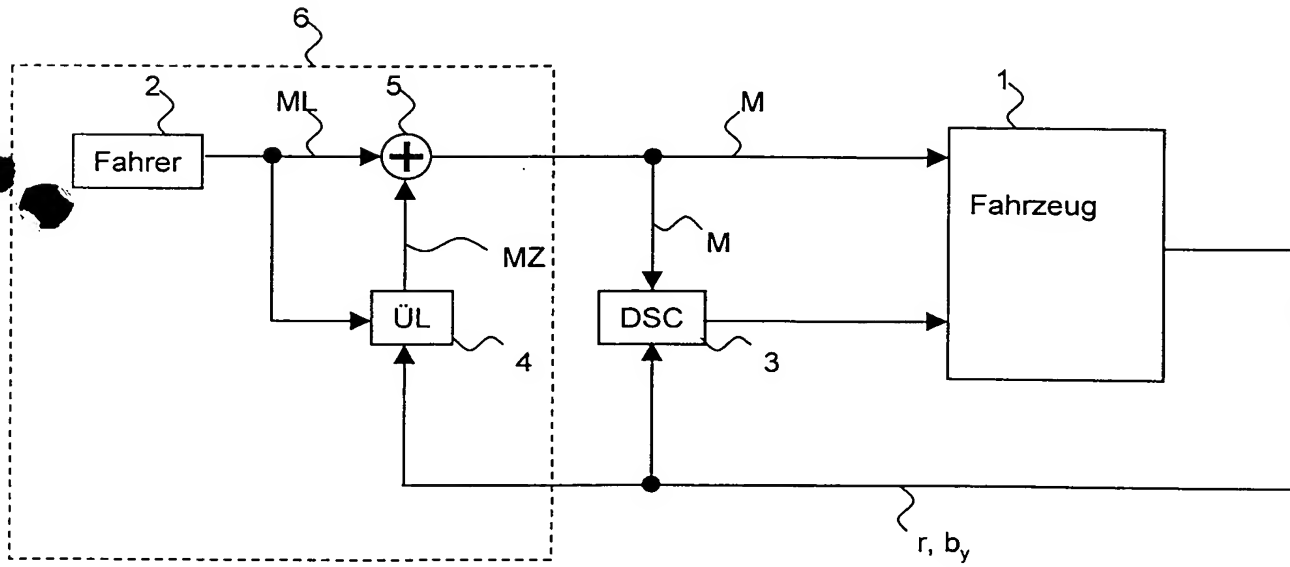


FIG. 2

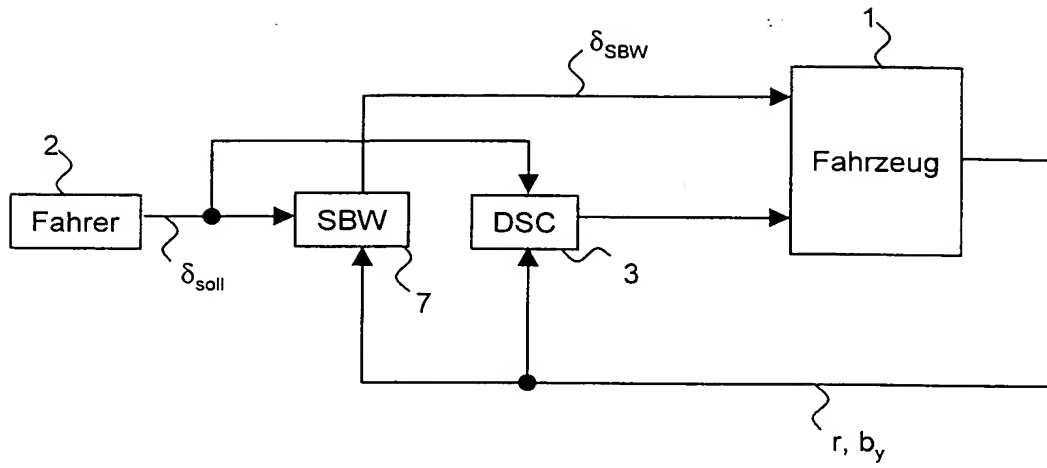


FIG. 3

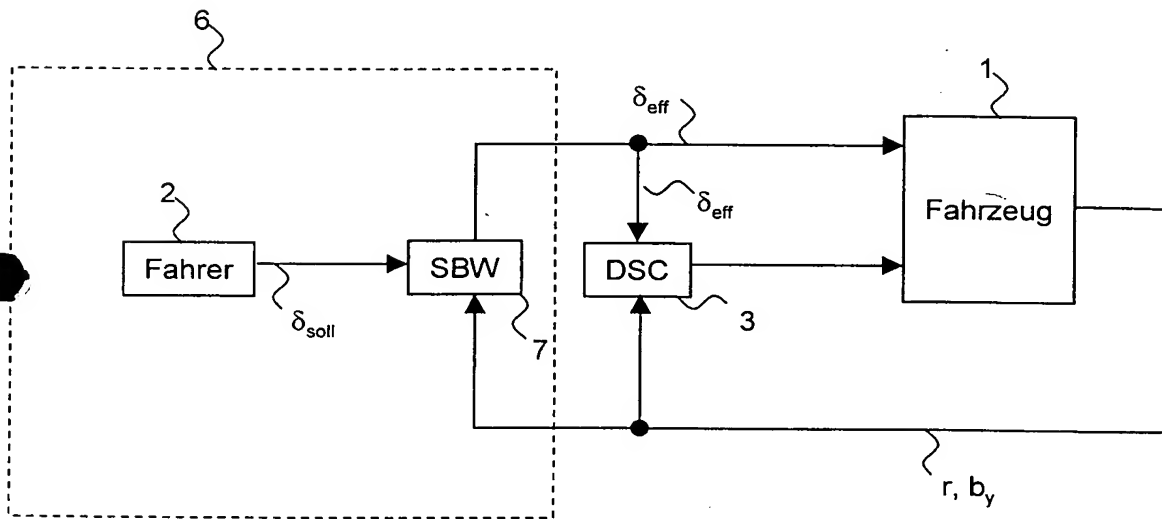


FIG. 4